现代分析测试技术应用丛书

环 境 分 析

主　编　阎吉昌
副主编　徐书绅　张兰英

化 学 工 业 出 版 社
·北　京·

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 039 号

图书在版编目（CIP）数据

环境分析/主编阎吉昌．副主编徐书绅　张兰英 —北京：化学工业出版社，2002.2
（现代分析测试技术应用丛书）
ISBN 7-5025-3706-6

Ⅰ．环…　Ⅱ．①阎…②徐…③张…　Ⅲ．环境质量-分析（化学）　Ⅳ．X8

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2002）第 010636 号

现代分析测试技术应用丛书
环　境　分　析
主　编　阎吉昌
副主编　徐书绅　张兰英
责任编辑：田　桦　王苏平
责任校对：洪雅姝
封面设计：蒋艳君
*
化学工业出版社出版发行
（北京市朝阳区惠新里 3 号　邮政编码 100029）
发行电话：（010）64982530
http://www.cip.com.cn
*
新华书店北京发行所经销
北京市昌平振南印刷厂印刷
三河市东柳装订厂装订
开本 787×1092 毫米 1/16　印张 49¼　字数 1227 千字
2002 年 5 月第 1 版　2002 年 5 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-3706-6/X·143
定　价：98.00 元

版权所有　违者必究
该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

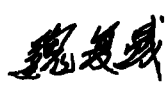
序

环境分析化学是环境化学的重要组成部分，是环境监测的核心内容之一。因为环境监测涉及化学的、物理的、生物的、生态的等诸多方面的监测，它不仅涉及实验室的分析，而且还包括布点采样设计、质量保证、数据处理和结果的评价，因此要保证监测数据具有时间、空间的代表性、完整性、精密性、准确性和可比性。环境分析化学又是分析化学的重要分支，它与分析化学的其他领域相比，具有以下特点：它的研究对象包括大气、水体、土壤、固渣废物和生物体等，内容十分广泛；所分析的化学物质种类繁多，且形态各异，其中有些分析项目至今仍属世界前沿课题；在环境中化学物质不仅本身多变，而且常常相互作用，在各环境介质中不断发生迁移、转化，使得环境分析面对的是一个不稳定的动态系统；进入环境的许多组分，其含量往往极其低微，因而环境分析所涉及的化学物质多在痕量或超痕量水平。由于这些特点的存在，使得环境分析化学应用了许多现代分析化学的尖端技术，反之由于环境分析化学提出了更高要求，又推动了分析化学的发展。

为适应这种情况，许多新的仪器和技术不断进入环境分析实验室，而工作在环境监测分析第一线的分析人员也必须不断提高或更新自己的知识与技能。不仅如此，随着环境保护要求的逐渐提高，许多新样品和新组分的分析已被提到日程上来，而它们的分析方法不是在研究实验之中，就是散见于浩如烟海的国内外期刊文献，检索起来颇费时间与精力。因此，就非常需要一本将这些分析技术与方法加以集中的参考书，以供从事实际工作的同志们参考。

阎吉昌、徐书绅和张兰英三位教授多年从事分析化学的教学与科学研究，在环境分析或痕量分析领域里都做了许多工作。由他们组织编写的这本《环境分析化学》正好可以满足上述要求。参编本书人员，来自东北师范大学、吉林大学和长春市环境监测中心站，都是在环境科学领域中多年从事研究的同志，具有较深厚的理论基础与较丰富的实践经验，从而保证了本书的专业水平与应用价值。我相信，这本书的出版，对广大在环境监测分析第一线的朋友和其他相关专业的人员会有所裨益，对促进我国环境监测分析水平不断提高也有重要影响。

环境保护是我国的基本国策，在新世纪的开端，又制订了极其鼓舞人心的环境保护规划，环境监测分析任重道远。愿我们能为提高人民生活环境质量，能有一个优美、清洁、可持续发展的环境，做出我们各自应有的贡献。



2002 年 2 月于北京

前　言

跨入新世纪以来，我国的现代化建设进入了一个空前蓬勃发展的阶段。但与此俱来的是它给环境保护带来了巨大的压力。当前，摆在中国人民面前的一个十分重要的课题，就是如何保护好我们赖以生存和发展的环境，这不仅关系到今天，也关系到我们的子孙后代，因此环境保护是涉及到千秋万代的事业。

众所周知，环境的保护、建设和管理，乃至环境资源的利用与环境质量的评价等等，都离不开环境监测。它是观察环境的眼睛，不擦亮这双眼睛，我们在环境面前将是一片茫然。

环境分析是利用包括化学方法在内的各种方法，对环境中污染物的性质、浓度、影响范围及其后果进行调查和测定，主要对象是大气、水、土壤、固渣、生物体以及其他多种环境样品。在环境监测中，环境化学分析是一种不可缺少的武器。随着科学技术的进步，以及对环境分析要求的日益提高，一些传统方法已经力不从心将逐渐退出历史舞台，而代之以更为灵敏、准确、精密、快速、简便的现代仪器分析方法。近几年来，环境监测部门加大投入，不断提高仪器设备档次，新方法、新技术更新在即，需要我们提高现代分析基础理论和技术水平，更需要提高研究能力。因此，工作在环境分析第一线的同志们需要一本理论与实际结合的环境分析参考书，本书就是为适应这种需要而编写的。

本书共分十章，涉及现代仪器分析中可应用于环境分析的各种方法和环境样品的前处理新技术。在每种方法的叙述中，都重视理论与实际的结合，一般包括方法原理、仪器结构、分析技术、分析方法以及它们在环境分析中对各种样品的应用。在讲到具体应用时，务求其方法切实可行，详细讲解该方法所应用的仪器和试剂、工作条件、分析步骤、结果计算、技术参数以及十分必要的注释等等。本书在某些方法中介绍了新方法的研究过程，并进行了深入的讨论。

本书由阎吉昌教授任主编，徐书绅教授及张兰英教授任副主编。参加编写的人员有：徐书绅（概述），阎雪（第一章），阎吉昌（第一、八章），尚庆坤（第二章），王爱霞（第三章），刘思东（第四、八章），王胜天（第五、九章），于连贵（第六章），谢忠雷（第七章），张兰英（第十章）。

本书编者囿于本身的知识和实践，深知书中会有某些缺点和错误，恳切期望广大读者提出批评指正。

编　者

2001 年 8 月于长春

目　　录

绪　论…… 1
第一章　气相色谱法在环境分析中的应用…… 4
第一节　色谱法简介…… 4
一、色谱法分类…… 4
二、色谱法的特点…… 5
三、色谱流程…… 5
四、色谱图及基本概念…… 6
第二节　色谱法基本理论…… 8
一、塔板理论…… 8
二、速率理论…… 9
第三节　气相色谱仪 …… 12
一、气路系统 …… 13
二、进样系统 …… 14
三、分离系统 …… 17
四、检测系统 …… 19
五、数据处理和控制系统 …… 22
第四节　气相色谱最佳实验条件的选择 …… 26
一、气相色谱柱的优选 …… 26
二、色谱柱的柱长和内径选择 …… 30
三、柱温的选择 …… 31
四、载气流速的选择 …… 32
五、进样方式、进样时间及进样量的选择 …… 32
六、气化温度的选择 …… 33
七、检测器的选择 …… 33
第五节　气相色谱法定性、定量分析方法 …… 33
一、定性分析 …… 33
二、定量分析 …… 35
第六节　联用技术 …… 37
一、色谱联用技术的产生 …… 37
二、色谱联用接口 …… 37
三、常用色谱联用技术 …… 37
四、质谱简介 …… 38
第七节　气相色谱法在水中有机污染物分析监测上的应用 …… 47
一、水中苯系物的气相色谱法分析 …… 47
（一）微量液-液萃取气相色谱法监测水中的苯系物 …… 52

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（二）吹脱捕集-气相色谱法监测水中的苯系物 …… 53
（三）顶空气相色谱法监测废水中的苯系物 …… 55
（四）膜萃取-微捕集/气相色谱-质谱监测小体积水样中痕量苯系物 …… 57
二、水中苯胺类化合物的气相色谱法分析 …… 60
（一）含2,4-二甲基苯胺和2,6-二甲基苯胺废水的气相色谱分析 …… 63
三、水中酚类化合物的气相色谱法分析 …… 67
（一）气相色谱法监测饮用水中酚类化合物 …… 72
（二）固相微萃取-气相色谱法监测水中痕量1-萘酚 …… 74
四、水中多环芳烃类污染物的气相色谱法分析 …… 75
五、水中多氯联苯类污染物的分析 …… 86
六、水中邻苯二甲酸酯类化合物的气相色谱法分析 …… 98
（一）水和废水中邻苯二甲酸酯的气相色谱法监测 …… 102
（二）气相色谱法监测水源水中邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯 …… 106
七、石油化工废水中有机污染物气相色谱法剖析 …… 107
八、超临界流体萃取气相色谱-红外-质谱联用监测水中有机污染物 …… 111
九、固相微萃取气质联用技术监测饮用水中的霉味 …… 113
十、气相色谱法监测饮用水源水中六氯丁二烯 …… 116
十一、水中毒剂GC-MS-SIM方法分析监测 …… 118
十二、水中久效磷的气相色谱法监测 …… 120
十三、污水中挥发性有机化合物的顶空/GC-MS分析监测 …… 121
十四、气相色谱法测定饮料中的*d*-1,8-萜二烯 …… 123
十五、饮用水中半挥发性有机物的定性检测 …… 124
十六、顶空固相微萃取法监测饮用水中的氯仿 …… 127
十七、GC-MS联用法监测自来水中有机污染物 …… 130
十八、气相色谱法直接进样法监测饮用水中挥发性卤代烃 …… 132
十九、用GC-MS联用分析监测焦化厂蒸氨废水中的有机物 …… 134
二十、饮用水中挥发性有机物（VOCs）的GC-MS分析监测 …… 136
第八节 气相色谱法在大气有机污染物分析监测中的应用 …… 142
一、气相色谱法监测空气中2-己酮 …… 142
二、气相色谱法监测空气中反式丙烯菊酯与二氯苯醚菊酯 …… 145
三、大孔径毛细管柱电子捕获法监测车间空气中苯酐 …… 146
四、GC-MS法监测活性炭车间及周围大气中的PAHs …… 149
五、大气和废气中邻苯二甲酸酯的监测方法 …… 150
六、作业场所空气中樟脑的气相色谱监测方法 …… 153
七、废气净化装置排气中有机污染物的气相色谱-质谱监测方法 …… 155
八、ATD-GC法监测大气中微量氯化物 …… 157
九、分子扩散法采样法监测环境空气中的有机蒸气 …… 158
十、工业废气中微量1,1,1-三氯乙烷的气相色谱法监测 …… 160
十一、作业环境空气中醋酸异丁酯的气相色谱法监测 …… 162
十二、气相色谱法监测环境空气中的丙烯酸乙酯和甲基丙烯酸甲酯 …… 164

十三、居室空气中甲醛的气相色谱法监测…… 168
十四、空气或废气中挥发性醛、酮的气相色谱法监测…… 169
十五、毛细管柱气相色谱法监测空气及废气中苯…… 172
十六、气相色谱法快速监测空气中低分子量醛…… 174
十七、空气中丁胺的气相色谱法监测…… 176
十八、毛细管柱气相色谱法监测空气中的芳烃…… 178
十九、顶空气相色谱法监测空气中的环氧乙烷…… 181
二十、空气中氯苯的活性炭采集与气相色谱法监测…… 182
二十一、空气中四氢呋喃的气相色谱法监测…… 184
二十二、气相色谱法监测环境空气中的乙醛…… 185
二十三、毛细管柱气相色谱法监测环境空气中的氯仿…… 187
二十四、汽车怠速排放成分气相色谱法监测…… 189
二十五、燃油助动车尾气冷凝物有机污染物的 GC-MS 法监测 …… 191
二十六、空气中有机污染物的 GC-FTIR 与 GC-MS 法联合监测分析 …… 193
二十七、室内空气中苯系物的监测…… 195
二十八、空气中异氰酸甲酯的气相色谱法监测…… 197
二十九、消失模铸造车间有机废气的气相色谱法监测…… 199
第九节　气相色谱法在农药污染物分析监测中的应用…… 201
一、有机氯农药的分析技术…… 201
（一）水果、蔬菜中 16 种有机氯残留农药的气相色谱法监测…… 208
（二）超临界流体萃取气相色谱法监测蔬菜中有机氯农药残留 …… 211
（三）气相色谱法检测鱼肉中有机氯农药 …… 212
（四）黄芪、甘草中有机氯农药残留量的气相色谱法监测 …… 215
（五）气相色谱法监测细辛道地药材中有机氯类农药残留量 …… 218
二、有机磷农药的分析技术…… 220
（一）超临界流体萃取气相色谱法监测水果和蔬菜中有机磷农药残留 …… 229
（二）气相色谱法监测花生和土壤中丙线磷残留量 …… 232
（三）气相色谱法监测油菜、油菜籽和土壤中甲基立枯磷残留量 …… 234
三、谷物中噻吩甲氯残留量的气相色谱-质谱法监测 …… 236
四、常用农药的气相红外光谱法检验…… 239
五、大豆中异丙甲草胺残留量的气相色谱法分析监测…… 242
六、宽口径毛细管气相色谱法监测糙米中异丙威残留量…… 244
七、梨及土壤中烯唑醇残留的气相色谱法监测…… 245
八、粮谷和油籽中禾草灵残留量气相色谱-质谱法的监测 …… 248
九、粮食中熏蒸剂硫酰氟残留量的顶空气相色谱法监测…… 251
十、毛细管气相色谱法检测烟草中氨基甲酸酯农药残留…… 253
十一、顶空气相色谱法监测土壤中苯及其同系物（BTEX） …… 255
十二、土壤中丙硫克百威及其代谢产物残留的监测…… 257
十三、羊组织中溴氰菊酯残留量的检测…… 258
十四、气相色谱法监测玉米中乙草胺残留量…… 261

十五、气相色谱与高分辨质谱联用检测人尿中低浓度的畜体兴奋剂…… 262
十六、中药材中拟除虫菊酯类农药残留量的毛细管气相色谱法监测…… 265
第十节　气相色谱法在固渣有机污染物分析监测中的应用…… 268
一、化工废渣中半挥发性有机有害物质的 GC-MS 法分析监测 …… 268
二、宽口径毛细管柱气相色谱法监测谷物中 T-2 毒素 …… 271
三、水相乙基化 GC-AFS 监测环境及生物样品中甲基汞…… 272
四、GC-MS-SIM 法分析监测禁用偶氮染料 …… 275
五、气相色谱法监测塑料食品包装袋中的甲苯…… 279
六、生物样品中痕量甲基汞的气相色谱法监测…… 280
七、GC-MS 法对死鱼事故的监测分析 …… 282
八、GC-MS-SIM 法检测头发中的单乙酰吗啡和吗啡 …… 283
九、超临界流体萃取色质联用法监测土壤中有机污染物…… 287
十、超临界流体萃取 GC-MS 法分析烟嘴吸附有机物 …… 289
十一、吹扫-捕集 GC-MS 法监测硬膏剂中的甲苯…… 291
参考文献…… 293
第二章　高效液相色谱…… 302
第一节　液相色谱的发展历史和现状…… 302
第二节　高效液相色谱法的基本理论…… 303
一、涡流扩散项 H_e …… 303
二、纵向扩散项 H_d …… 303
三、传质阻力项…… 303
第三节　高效液相色谱仪…… 304
第四节　高效液相色谱法的各种模式…… 307
第五节　高效液相色谱在大气污染物分析中的应用…… 312
一、大气气溶胶样品中多环芳烃的测定…… 312
二、某公路隧道污染空气中多环芳烃的测定…… 313
三、柴油机尾气中多环芳烃的分析…… 315
四、环境空气总悬浮颗粒物中的苯并（a）芘的测定 …… 316
五、室内香烟烟雾中强致癌物苯并（a）芘的测定 …… 317
六、三元梯度分离法测定大气中 11 种醛酮类化合物 …… 318
七、大气样品中邻苯二甲酸酯的分离与测定…… 320
第六节　高效液相色谱在水中污染物分析中的应用…… 321
一、水中多环芳烃化合物的荧光快速检测…… 321
二、萃取-高效液相色谱法测定水中 B（a）P …… 322
三、饮用水中痕量苯并（a）芘的测定 …… 323
四、地表水中痕量多环芳烃化合物的测定…… 324
五、水中痕量多环芳烃类环境污染物的测定…… 325
六、酚醛树脂生产厂排放液中苯酚的测定…… 326
七、油制气车间废水中酚类化合物的测定…… 326
八、冷却水中异味污染物的 LC-GC-FTIR 联用分析 …… 328

九、水中酚类污染物的固相萃取富集与液相色谱分析…… 328
十、废水中苯胺类化合物的测定…… 330
十一、水中邻苯二甲酸二丁酯和二异辛酯的测定…… 330
十二、高效液相色谱法在水质监测中的应用与研究…… 332
十三、水和废水中邻苯二甲酸酯的测定…… 334
第七节 高效液相色谱法在农药分析中的应用…… 336
一、土壤中除草剂氟草净的测定…… 336
二、反相高效液相色谱法分析土壤中除草剂双苯唑快…… 337
三、土壤中灭草神的分析…… 338
四、土壤中麦草敌的分析…… 339
五、六、土壤中除草醚检测…… 340
六、土壤中麦草净的分析…… 341
七、速收除草剂在大豆及土壤中的残留动态…… 342
八、土壤中的微量硫双威的测定…… 343
九、果蔬中氯氰菊酯的分析…… 344
十、蔬菜中甲基对硫磷及高效顺反氯氰菊酯复配农药残留的测定…… 345
十一、水果中辛·硫丹混剂的分析 …… 347
十二、蔬菜、水果中百菌清残留的分析…… 348
第八节 高效液相色谱法在食品有机污染物分析中的应用…… 349
一、咖啡及粮食中赭曲霉毒素 A 的检测 …… 349
二、谷物中 9 种氨基甲酸酯类农药及 3 种代谢物残留量的测定…… 350
三、大米中 4 种氨基甲酸酯农药残留量的同时测定…… 352
四、水果中多种农药残留量的测定…… 354
五、牛肉及其制品中敌草隆、绿麦隆的残留量的测定…… 356
六、花生中多菌灵残留量的测定…… 357
七、中药材黄芪中有机氮农药残留量的液相色谱检测方法…… 358
八、全价饲料中的喹乙醇的测定…… 360
九、奶粉中磺胺类药的测定…… 361
十、油脂中 9 种抗氧化剂的分离和测定…… 362
第九节 高效液相色谱法在其他污染物分析中的应用…… 363
一、血液中三硝基甲苯及其代谢产物含量的测定…… 363
二、生物体液中 7 种氨基甲酸酯类农药的测定…… 364
三、高效液相色谱法测定垃圾渗出液中的苯酚和对甲苯酚…… 366
四、染发剂中 α-萘酚的测定 …… 367
参考文献…… 368
第三章 原子吸收光谱法…… 371
第一节 原子吸收光谱法原理及仪器的性能与结构…… 371
一、原子吸收光谱法发展简史及国内外动态…… 371
二、原子吸收基本原理…… 372
三、原子吸收分光光度计的性能与结构…… 374

第二节　原子吸收光谱分析技术及条件选择…… 378
一、火焰原子化分析技术…… 378
二、石墨炉原子化分析技术…… 379
三、氢化物和冷蒸气原子化分析技术…… 380
四、原子吸收测定条件的选择…… 380
第三节　原子吸收光谱法定量方法…… 383
第四节　原子吸收光谱分析中的干扰及消除…… 385
一、光谱干扰及消除方法…… 386
二、物理干扰与消除…… 389
三、化学干扰与消除…… 389
四、电离干扰与消除…… 390
第五节　原子吸收光谱分析新技术…… 390
第六节　原子吸收光谱法在环境监测中的应用…… 393
一、原子吸收光谱法在大气监测中的应用…… 393
（一）大气悬浮颗粒中可溶性离子钾、钠、钙、镁的测定 …… 393
（二）大气悬浮颗粒物中钾、钠、钙、镁、铜、锌、铁、锰的测定 …… 395
（三）火焰原子吸收法测定大气总悬浮颗粒物中的铅 …… 396
（四）CA-CN 型微孔滤膜采样、原子吸收法测定大气颗粒物中的八种金属元素 …… 397
（五）火焰原子吸收法测定大气污染源中的镉 …… 399
（六）两次金汞齐-冷原子吸收光谱法测定大气中痕量气态总汞 …… 401
（七）石墨炉原子吸收光谱法测定空气中砷 …… 402
二、原子吸收法在水和废水监测中的应用…… 403
（一）火焰原子吸收法测定水中总铬 …… 404
（二）三正辛胺-苯体系萃取分离-原子吸收法测定水样中铬（Ⅲ）和铬（Ⅵ） … 405
（三）巯基棉富集-火焰原子吸收光谱法测定水中铁、铜、铅、镉 …… 406
（四）反萃取火焰原子吸收法测定水中铜、铅、镉 …… 407
（五）石墨炉原子吸收法测定废水中锑 …… 408
（六）石墨炉原子吸收法测定饮用水中的痕量铝 …… 409
（七）石墨炉原子吸收法测定海水中三丁基锡 …… 411
（八）石墨炉原子吸收法测定河水中微量铍 …… 412
（九）共沉淀富集分离火焰原子吸收分光光度法测定饮用水中的镍和钴 …… 413
（十）冷原子吸收法测定水中汞 …… 414
（十一）钯涂层石墨炉原子吸收法热处理测定环境水样中 As^{3+} /As^{5+} …… 415
（十二）氢化物原子吸收法测定水中砷、锑、硒、铅 …… 416
三、原子吸收法在土壤和沉积物监测中的应用…… 417
（一）超声波提取-火焰原子吸收法测定被污染土壤中的铜、锌、铬 …… 418
（二）石墨炉原子吸收法测定土壤、底质中镉和砷 …… 419
（三）石墨炉原子吸收法测定土壤中的锡 …… 420
（四）火焰原子吸收法测定底质中的总铜、铅、锌、镉、铬 …… 421

（五）连续流动氢化物发生-原子吸收光谱法测定土壤样品中痕量硒 …… 422
四、原子吸收光谱法在动植物、食品等样品分析中的应用 …… 423
（一）石墨炉原子吸收法测定人体血浆和尿中锗 …… 424
（二）氢化物-原子吸收光谱法测定人发中的硒 …… 425
（三）石墨炉原子吸收法直接测定微量血清中铅 …… 426
（四）氢化物发生-原子吸收光谱法测定食品中微量锡 …… 427
（五）螯合萃取石墨炉原子吸收光谱法测定食品中的砷 …… 428
（六）火焰原子吸收光谱法测定植物中微量铜、锌、铬、铁、锶、镍 …… 429
（七）密封高压微波消化-火焰原子吸收法测定牡蛎中重金属 …… 431
参考文献 …… 432
第四章　荧光分析法 …… 434
第一节　荧光分析法的基本原理 …… 434
第二节　荧光光度分析仪器 …… 435
第三节　荧光测量技术 …… 437
第四节　背景信号 …… 439
第五节　荧光定量分析的各种条件 …… 440
第六节　荧光分析法在环境测试中的应用 …… 441
一、荧光分析法在大气测试中的应用 …… 441
（一）大气中痕量二氧化硫的测定 …… 441
（二）大气水相中过氧化氢的测定（酶催化荧光法） …… 443
（三）空气中敌敌畏的测定 …… 444
（四）大气飘尘中苯并（*a*）芘的测定（滤纸层析-荧光分光光度法） …… 445
（五）大气飘尘中苯并（*a*）芘的测定（萃取-同步荧光光谱法） …… 446
（六）多孔膜扩散式气体吸收管-液相荧光法对过氧化氢、二氧化硫、氨、甲醛的连续测定 …… 447
二、荧光分析法在水和废水监测中的应用 …… 449
（一）天然水中铍的测定 …… 449
（二）天然水中微量铈的测定 …… 450
（三）废水中铬的测定 …… 451
（四）天然水中铜的测定 …… 452
（五）工业废水中痕量汞的测定 …… 453
（六）自来水中镍的测定 …… 454
（七）自来水中钼的测定 …… 454
（八）水样中的硒（Ⅳ）、硒（Ⅵ）和有机硒的测定 …… 456
（九）环境水样中的痕量铜和锌的连续测定 …… 457
（十）天然水中 CN^- 的测定 …… 459
（十一）自来水中 F^- 的测定 …… 460
（十二）水中微量磷的测定 …… 461
（十三）天然水中 NO_2^- 的测定 …… 462
（十四）天然水中硝酸根及亚硝酸根的同时测定 …… 463

需要全本请访问 www.ertongbook.com

（十五）天然水中 S^{2-} 的测定 …… 464
（十六）废水中油质的测定 …… 466
（十七）工业废水中苯胺、二苯胺和 *N*-甲基苯胺的连续测定 …… 466
（十八）水样中苦味酸的测定 …… 467
（十九）环境水中微量甲基对硫磷的测定 …… 468
（二十）环境水样中痕量阴离子表面活性剂的测定 …… 469
（二十一）环境水样中痕量阳离子表面活性剂测定（流动注射在线萃取荧光法）
…… 470
（二十二）天然水中的挥发酚的测定 …… 471
（二十三）环境水样中邻羟基苯甲酸和苯酚混合物的含量 …… 472
（二十四）尿中 4-羟基芘的测定 …… 473
三、荧光分析法在生物样品污染物分析中的应用 …… 474
（一）人发及粮食中铝的测定 …… 474
（二）茶叶中痕量砷（Ⅲ）的测定 …… 475
（三）人发中镉的测定 …… 476
（四）生物样品中痕量铅的测定 …… 477
（五）铁罐食品中微量锡的测定 …… 478
（六）生物体中过氧化氢酶的测定 …… 480
（七）垃圾渗出液中的苯胺的测定（流动注射在线富集分离荧光法） …… 480
（八）鱼体各组织中芳族烃污染物的测定 …… 482
（九）海洋沉积物样品中多环芳烃同分异构体的同时测定 …… 483
四、荧光法在石油污染鉴别中的应用 …… 485
（一）荧光光谱法鉴别海面溢油源的研究进展 …… 485
（二）影响荧光法鉴别海面溢油的各种因素 …… 486
（三）三维荧光法在石油污染鉴别中的应用 …… 487
参考文献 …… 489
第五章　流动注射分析 …… 491
第一节　流动注射分析的概述 …… 491
第二节　流动注射分析的装置及操作 …… 492
第三节　流动注射分析的基本原理 …… 496
一、FIA 的分散理论 …… 496
二、影响分散度的因素 …… 497
第四节　FIA 基本流路 …… 498
一、FIA 中常用的流路体系 …… 499
二、FIA 在线浓缩与分离技术 …… 500
第五节　流动注射分析在环境方面的应用 …… 500
一、有机污染物的测定 …… 501
（一）FIA 光度法测定废水中的挥发酚 …… 501
（二）流动注射滴定分析测定环境水样中的化学耗氧量 …… 502
（三）流动注射分析测定环境样中的痕量多环芳烃 …… 503

（四）FIA 测定环境样中的十二烷基苯磺酸钠 …… 504
（五）FIA 测定有机磷农药 …… 505
二、非金属的测定 …… 506
（一）反向流动注射-分光光度法测定水中痕量氰化物 …… 506
（二）流动注射-分光光度法测定自来水中余氯 …… 507
（三）流动注射法测定水中痕量磷 …… 508
（四）流动注射法测定环境水中微量的硫酸根离子 …… 509
（五）流动注射法同时测定环境中的 NO_2^- 和 NO_3^- …… 510
（六）流动注射-荧光法测定水中砷 …… 511
三、金属离子的测定 …… 512
（一）流动注射-冷原子吸收法测定垃圾样品中的汞 …… 512
（二）流动注射在线吸附分离预浓集冷原子吸收法测定痕量镉 …… 514
（三）在线氧化-流动注射-化学发光法测定痕量Cr(Ⅲ)/Cr(Ⅵ) …… 515
（四）流动注射在线预富集-火焰原子吸收法测定水中痕量镍 …… 516
（五）化学发光反应抑制效应-流动注射在线分离富集光度法测定水中微量铜 …… 517
（六）流动注射-氢化发生-原子吸收分光光度法测定铅 …… 518
（七）流动注射预富集-液相色谱联机测定痕量镍、铜、汞 …… 519
（八）流动注射分光光度法测定水中痕量钙镁 …… 520
四、大气污染物的测定 …… 521
（一）固体吸附采样-流动注射分光光度法测大气中二氧化硫 …… 521
（二）固体吸附采样-流动注射分光光度法测大气中二氧化氮 …… 522
参考文献 …… 524
第六章　电化学分析在环境中的应用 …… 526
第一节　电化学分析原理 …… 526
第二节　电位分析方法 …… 526
一、电位分析法概述 …… 526
二、电位法测定溶液的 pH 值 …… 527
第三节　离子选择电极 …… 529
一、离子选择电极概述 …… 529
二、离子选择电极的选择性 …… 530
三、几种离子选择电极 …… 530
（一）晶体膜电极 …… 530
（二）非晶体膜电极 …… 532
（三）气敏电极 …… 535
（四）酶电极 …… 536
第四节　极谱分析与伏安滴定法 …… 536
一、极谱分析的基本原理 …… 537
二、扩散电流方程式——极谱定量分析基础 …… 539
三、半波电位——极谱定性分析原理 …… 540
第五节　溶出伏安法 …… 542

一、阳极溶出伏安法…… 543
二、阴极溶出伏安法…… 543
三、变价离子溶出伏安法…… 544
第六节　电化学在环境监测中的应用…… 544
一、环境水质中的阳离子监测…… 544
（一）极谱催化法连续测定镁、锌、铁的含量 …… 544
（二）示波极谱法对天然水中痕量钼的测定 …… 545
（三）微分电位溶出分析方法对环境水中痕量铅的测定 …… 546
（四）伏安法测定饮用水中痕量铝 …… 548
（五）PVC膜修饰粉末微电极溶出伏安法测定水中铅 …… 548
（六）电位滴定法对钴含量的测定 …… 550
（七）泡沫塑料吸附-示波极谱法测定金 …… 551
（八）双电位极谱法同时测定水中的铅和锡 …… 553
（九）示波极谱法测定工业废水中的铍 …… 554
（十）铅-邻菲罗啉-镉试剂体系极谱法测定铅 …… 556
（十一）离子选择电极测定锅炉软水的硬度 …… 558
（十二）催化极谱法测定废水中的铀 …… 559
（十三）示波极谱法测定工业废水中微量锰 …… 561
（十四）示波极谱法对天然水中的铜、铅、镉与碘络合吸附波的测定 …… 563
（十五）溶出伏安法测定水中痕量钴 …… 565
（十六）示波极谱法测定地面水中的钒 …… 567
（十七）示波极谱法对锡的测定 …… 569
二、环境水质中的阴离子监测…… 570
（一）电位滴定法连续测定天然水中 pH、CO_3^{2-}、HCO_3^-、Ca^{2+}和 Mg^{2+} …… 570
（二）用离子选择电极法测定水中氟 …… 572
（三）离子选择电极法对马口铁钝化、漂洗含铬废水中氯的测定 …… 573
（四）极谱法测定环境样品中痕量氯 …… 575
（五）铅离子选择电极电位滴定法测定水中的硫化物 …… 576
（六）催化电位法对痕量亚硝酸根的测定 …… 577
（七）示波极谱法测定水中硫化物 …… 578
（八）示波极谱滴定法测定工业废水中的氰化物 …… 580
（九）基于亚硝化反应的极谱法测定亚硝酸根的含量 …… 581
（十）*N*,*N*-二甲基苯胺为偶联剂示波极谱法测定水中 NO_2^--N …… 582
（十一）石油开发废水中氰化物的测定 …… 584
（十二）离子选择电极法测定水和废水中总氰化物 …… 585
（十三）离子电极标准加入法测定废水中的氟离子 …… 586
（十四）离子选择电极法测定模拟高放废液中的硝酸根 …… 588
三、环境中的有机物监测…… 589
（一）示波极谱法测定土壤中残留硝基苯 …… 589
（二）吸附溶出伏安法对苯胺的测定 …… 589

（三）示波极谱法测定空气中硝基苯 …… 591
（四）单扫描示波极谱法测定对苯二胺 …… 593
（五）导数示波极谱法测定废水中微量的对硝基苯乙酮 …… 595
（六）极谱法对天然水及污水中氨三乙酸含量的测定 …… 596
（七）单扫描极谱法测定水中痕量苯酚 …… 598
四、环境中的无机气体监测 …… 599
（一）气敏电极法对空气中二氧化碳的测定 …… 599
（二）气敏电极测定液相中 CO_2 浓度 …… 601
（三）应用离子选择电极法测定生活污水中的氨氮 …… 602
（四）用气敏电极法对焦化厂废水中氨的测定 …… 604
（五）基于 Berthollet 反应示波极谱法测定水中微量氨 …… 607
参考文献 …… 608
第七章 电感耦合等离子体原子发射光谱法在环境测试中的应用 …… 610
第一节 ICP-AES 的产生和发展 …… 610
第二节 ICP-AES 仪器的分析性能 …… 610
第三节 ICP 的工作原理 …… 611
第四节 ICP-AES 仪器装置 …… 612
第五节 ICP-AES 定量基础 …… 613
第六节 定量分析方法 …… 615
第七节 ICP-AES 的干扰效应 …… 617
第八节 ICP-AES 法在环境测试中的应用 …… 617
一、应用概况 …… 617
二、应用举例 …… 619
（一）ICP-AES 法同时测定大气降水中 K、Na、Ca、Mg …… 619
（二）微波密闭消解 ICP-AES 法测定大气颗粒物中 Be 和 Pb …… 620
（三）ICP-AES 法测环境水样中的微量重金属 Cd、Cr、Cu、Ni、Pb、Zn …… 621
（四）ICP-AES 法同时测定废水中的 Cd、Cr、Cu、Ni、Pb 和 Zn …… 622
（五）工业污水中 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、P、S 的 ICP-AES 同时测定 …… 623
（六）氢化物发生 ICP-AES 法测定饮用水中痕量 As …… 623
（七）端视 ICP-AES 法测水中微量重金属元素 Pb、As、Cu、Cd、Mn、Fe、Ag、Zn、Cr …… 624
（八）PAN-聚氨酯泡沫塑料富集 ICP-AES 同时测定天然水中重金属 Cu、Zn、Cd、Mn、Fe、Co、Pb …… 625
（九）氢化物预富集 ICP-AES 法测定海水中 As …… 626
（十）401 螯合树脂富集 ICP-AES 法测定海水中微量 Cu、Co、Fe、Zn、Ni、Pb …… 627
（十一）分离预富集 ICP-AES 法测海水中 U、Nb、Ta、Zr、Hf …… 628
（十二）纳米二氧化钛分离富集 ICP-AES 法测定水样中Cr(Ⅵ)/Cr(Ⅲ) …… 630
（十三）ICP-AES 法测定水中的有机碳 …… 631
（十四）ICP-AES 法分析海底沉积物中的重金属元素 Fe、Ti、Ba、Co、Ni、Zn

…… 632
（十五）ICP-AES 法测定茶园土壤中的 Al …… 633
（十六）标样基体匹配 ICP-AES 法测定土壤、沉积物中多种元素 …… 634
（十七）土壤中 Se、Mo、B、As、Si、S、Pb、P、Ge、Sn、Sb、Cr 十二种元素的 ICP-AES 碱熔直接测定 …… 635
（十八）ICP-AES 法测定土壤中的稀土元素 La、Ce、Pr、Nd、Sm、Y …… 636
（十九）ICP-AES 氢化法测定地质环境样品中重金属元素 Ge、Sn、As、Sb、Bi …… 637
（二十）氢化物发生-ICP-AES 法测定环境样品中痕量 Pb …… 639
（二十一）ICP-AES 法同时测定土壤中的 Zr、Hf …… 640
（二十二）氢化物发生-ICP-AES 法测定原煤中的痕量 As、Se …… 641
（二十三）间接 ICP-AES 法测定煤中氯 …… 641
（二十四）固相萃取 ICP-AES 法测定环境样品中的 Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Cd、Al、Mn …… 642
参考文献 …… 643
第八章　紫外-可见分光光度法 …… 645
第一节　紫外-可见吸收光谱 …… 645
一、分子吸收光谱的形成 …… 645
二、基本概念 …… 645
三、紫外-可见吸收光谱的产生 …… 646
四、无机化合物的紫外-可见吸收光谱 …… 647
第二节　朗伯-比尔（Lambert-Beer）定律 …… 647
一、朗伯-比尔定律 …… 647
二、光谱曲线的表示方法 …… 648
三、朗伯-比尔定律的偏离 …… 648
第三节　紫外-可见分光光度计 …… 649
一、主要组成部分 …… 649
二、紫外-可见分光光度计的类型 …… 650
三、校正分光光度计 …… 651
第四节　分析条件的选择 …… 652
一、仪器测量条件 …… 652
二、反应条件的选择 …… 652
三、参比溶液的选择 …… 653
四、干扰及消除方法 …… 653
第五节　定性分析和定量分析 …… 654
一、定性分析 …… 654
二、定量分析 …… 654
第六节　分光光度法在环境监测中的应用 …… 656
一、分光光度法在大气污染物分析中的应用 …… 656
（一）废气中 SO_2 的测定 …… 656

（二）空气中氢氧化钠气溶胶的测定 …… 658
二、分光光度法在水及废水监测中的应用 …… 658
（一）天然水中痕量铋的测定 …… 658
（二）锡钴镀液中的钴含量测定 …… 659
（三）废水中铬的测定 …… 660
（四）水和废水中总铬的测定 …… 661
（五）工业废水中铁铜含量的同时测定 …… 662
（六）工业污水中微量汞的测定 …… 664
（七）污水中汞的测定（树脂分光光度法） …… 665
（八）水中微量钪的测定 …… 666
（九）水中痕量氟化物的测定（流动注射分光光度法） …… 667
（十）化工废水中的亚硝酸根的测定 …… 669
（十一）海水中亚硝酸根的测定 …… 670
（十二）水中微量磷的测定 …… 671
（十三）环境水中微量硫酸根离子的测定 …… 673
（十四）水中亚硫酸盐的测定 …… 674
（十五）废水中微量氰化物的测定 …… 675
（十六）水中溶解氧的测定 …… 676
（十七）废水中甲醛含量的测定 …… 677
（十八）废水中甲醛的测定 …… 678
（十九）废水中二甲基甲酰胺的测定 …… 679
（二十）废水中的联苯胺的测定 …… 680
（二十一）水中苯胺类化合物的测定 …… 681
（二十二）水中的挥发酚的测定 …… 683
（二十三）水中痕量甲萘胺的测定 …… 684
（二十四）雨水中 H_2O_2 的测定 …… 685
（二十五）出口手套皮革中水溶性六价铬含量的测定 …… 687
三、分光光度法在生物及固体样品监测中的应用 …… 688
（一）人发和茶叶中铝的测定 …… 688
（二）海产品中微量镉的测定 …… 689
（三）食品中微量铅的测定 …… 690
参考文献 …… 691
第九章　薄层色谱法 …… 693
第一节　薄层色谱法概述 …… 693
第二节　薄层色谱法的基本原理 …… 694
第三节　薄层色谱的操作技术 …… 697
一、载板及吸附剂选择 …… 697
（一）载板 …… 697
（二）吸附剂的选择 …… 697
二、薄层板的制备 …… 700

需要全本请访问 www.ertongbook.com